

Efeitos da vibração do tendão muscular no equilíbrio após acidente vascular cerebral: revisão sistemática

Effects of muscle tendon vibration on balance after stroke: systematic review

Efectos de la vibración del tendón muscular en el equilibrio después del accidente cerebrovascular: una revisión sistemática

Angélica Yumi Sambe¹, Joyce Karla Machado da Silva², Camila Costa de Araujo Pellizzari³, Paola Janeiro Valenciano⁴

RESUMO | Após o acidente vascular cerebral (AVC), as pessoas apresentam combinações complexas de déficits sensoriais, motores, cognitivos e emocionais que podem afetar o equilíbrio estático e dinâmico. O objetivo do estudo foi compilar e resumir as principais características e achados de protocolos utilizados em pesquisas que investigaram os efeitos da vibração no tendão muscular no equilíbrio estático e dinâmico em adultos com AVC. Trata-se de uma revisão sistemática, registrada na PROSPERO (CRD42022303874), em que foram realizadas buscas nas bases de dados PubMed, Cochrane, LILACS, SciELO, MEDLINE, Science Direct e PEDro, durante o mês de janeiro de 2022, por meio da combinação de palavras-chave relacionadas a “stroke”, “balance”, “muscle tendon vibration” e “randomized controlled trial”. A qualidade metodológica foi avaliada através da escala PEDro. Foram identificados 1.560 estudos, dos quais 11 foram incluídos, publicados entre 1994 e 2020, envolvendo 242 adultos pós-AVC. Apenas cinco estudos utilizaram a vibração como intervenção e verificaram melhora no equilíbrio estático e dinâmico. Seis estudos analisaram a interferência da vibração no controle postural, observando que o equilíbrio foi afetado durante a aplicação da vibração e que os indivíduos precisaram de mais tempo para se recuperar ou não sofreram diferenças significativas. Verificou-se que os efeitos da vibração do tendão muscular podem

melhorar o equilíbrio em pessoas com AVC e influenciar o controle postural através de mecanismos proprioceptivos da vibração. Entretanto, são necessários mais estudos de alta qualidade metodológica para atingir um consenso em relação aos protocolos de tratamento com vibração do tendão muscular e sua recomendação na prática clínica.

Descritores | Controle Postural; Equilíbrio; Vibração do Tendão Muscular.

ABSTRACT | After cerebrovascular accident (CVA), people have complex combinations of sensory, motor, cognitive, and emotional deficits, which can affect static and dynamic balance. This study aimed to compile and summarize the main features and findings of protocols used in research that investigated the effects of muscle tendon vibration on static and dynamic balance in adults with stroke. This is a systematic review, registered in PROSPERO (CRD42022303874), in which searches were performed in the databases PubMed, Cochrane, LILACS, SciELO, MEDLINE, Science Direct, and PEDro, during the month of January 2022, using the combination of keywords related to “stroke,” “balance,” “muscle tendon vibration,” “randomized controlled trial.” Methodological quality was assessed using the PEDro scale. A total of 1,560 studies were identified, 11 of which were included, between the years 1994 to 2020, involving 242 post-stroke adults. Only five studies used vibration as

Trabalho realizado na Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), Campus Jacarezinho, Centro de Ciências da Saúde, Jacarezinho (PR), Brasil.

¹Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP) – Jacarezinho (PR), Brasil. E-mail: angelicasambe@gmail.com. ORCID-0000-0002-4545-2110

²Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP) – Jacarezinho (PR), Brasil. E-mail: jksilva@uenp.edu.br. ORCID-0000-0003-2688-7028

³Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP) – Jacarezinho (PR), Brasil. E-mail: camilaaraujo@uenp.edu.br. ORCID-0000-0002-4382-9375

⁴Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP) – Jacarezinho (PR), Brasil. E-mail: paola_jv3@hotmail.com. ORCID-0000-0002-8363-0475

an intervention and found an improvement in static and dynamic balance. Six studies analyzed the interference of vibration on postural control, showing that balance was affected during the application of vibration and that individuals needed more time to recover or did not experience significant differences. We found that the effects of muscle tendon vibration may be able to improve balance in people with stroke and influence postural control by proprioceptive mechanisms of vibration. However, more studies of high methodological quality are needed to reach a consensus regarding muscle tendon vibration treatment protocols and their recommendation in clinical practice.

Keywords | Postural Control; Balance; Muscle Tendon Vibration.

RESUMEN | Después del accidente cerebrovascular, las personas tienen combinaciones complejas de déficits sensoriales, motores, cognitivos y emocionales que pueden afectar el equilibrio estático y dinámico. El objetivo de este estudio fue recopilar y resumir las principales características y hallazgos de los protocolos utilizados en los estudios que investigaron los efectos de la vibración del tendón muscular sobre el equilibrio estático y dinámico en adultos con accidente cerebrovascular. Se trata de una revisión sistemática, registrada en PROSPERO (CRD420223874), en la que se realizaron

búsquedas en las Bases de Datos PubMed, Cochrane, LILACS, SciELO, MEDLINE, Science Direct y PEDro, durante el mes de enero de 2022, mediante la combinación de palabras clave relacionadas con “stroke”, “balance”, “muscle tendon vibration” y “randomized controlled trial”. La calidad metodológica se evaluó mediante la escala PEDro. Se identificaron un total de 1.560 estudios, de los cuales se incluyeron 11, publicados entre 1994 y 2020, con 242 adultos después del accidente cerebrovascular. Solo cinco estudios utilizaron la vibración como intervención y verificaron la mejoría en el equilibrio estático y dinámico. Seis estudios analizaron la interferencia de la vibración en el control postural, señalando que el equilibrio se vio afectado durante la aplicación de la vibración y que los individuos necesitaron más tiempo para recuperarse o no sufrieron diferencias significativas. Se encontró que los efectos de la vibración del tendón muscular pueden mejorar el equilibrio en personas con accidente cerebrovascular e influir en el control postural a través de mecanismos propioceptivos de vibración. Sin embargo, se necesitan más estudios de alta calidad metodológica para llegar a un consenso con respecto a los protocolos de tratamiento con vibración del tendón muscular y su recomendación en la práctica clínica.

Palabras clave | Control Postural; Equilibrio; Vibración del Tendón Muscular.

INTRODUÇÃO

O acidente vascular cerebral (AVC) consiste em uma doença cerebrovascular de sinais clínicos de distúrbio focal (ou global) da função cerebral, que se desenvolve de forma rápida e persiste por mais de 24 horas¹. Mundialmente, o AVC foi considerado a segunda principal causa de morte e a terceira principal causa de incapacidade em 2019². Uma dessas incapacidades é o desequilíbrio, afetando cerca de 70% dos sobreviventes de AVC, que relatam cair em casa dentro do período de um ano após o AVC, e até 15,9 de cada 1.000 pessoas com AVC, que apresentam quedas diariamente^{3,4}.

O equilíbrio postural é a posição na qual uma distribuição ideal da massa corporal é alcançada e que fornece ao corpo estabilidade e condições para funcionalidade em posição estacionária ou em movimento, com estratégias que podem incluir “reação” (*feedback*), “antecipação” (*feed-forward*) ou uma combinação de ambas⁵. Por isso, o controle postural representa uma habilidade sensorio-motora complexa, cuja orientação corporal se baseia na representação interna do esquema corporal derivado das interações entre múltiplos processos

sensorio-motores, incluindo componentes periféricos e centrais dos sistemas visual, somatossensorial e vestibular⁶.

Entretanto, os indivíduos pós-AVC apresentam combinações complexas de deficiências sensoriais, motoras, cognitivas e emocionais que podem afetar o equilíbrio estático e dinâmico⁷. No sistema nervoso não comprometido, o controle supraespinhal descendente regula a atividade reflexa espinhal, mas, após lesões causadas pelo AVC, esse controle supraespinhal é interrompido. Assim, o limiar afetado da via do reflexo de estiramento e as adaptações reflexas prejudicadas são observadas em pessoas após o AVC⁸. Com isso, o comprometimento do equilíbrio pode aumentar o risco de quedas, reduzir a confiança do indivíduo em sua mobilidade, diminuir a independência funcional, atividade e participação, gerando impactos negativos na qualidade de vida⁹.

Diante disso, diversas terapias de reabilitação têm sido usadas para melhorar a capacidade de equilíbrio de pessoas que tiveram um AVC, por exemplo, estímulos proprioceptivos como a vibração de corpo inteiro (VCI). Revisões realizadas com o uso de VCI, em que o indivíduo fica em pé ou faz movimentos vigorosos em uma plataforma de vibração colocada em uma superfície estática,

indicaram melhora do equilíbrio corporal de pessoas com AVC a curto prazo⁴ ou pouco efeito^{10,11}. Outra terapia semelhante é o uso de Flexibar, um bastão que ao ser movimentado rapidamente com as mãos atinge vibrações de aproximadamente 5Hz, que são transferidas para o braço e o restante do corpo¹². Há outros procedimentos mais direcionados para determinada região do corpo, como é o caso da vibração do tendão muscular, em que um estímulo vibratório é aplicado a um músculo específico ou ao seu tendão por meio de um dispositivo¹³. Além de facilitar a contração muscular, reduzir a espasticidade, melhorar o controle postural e a recuperação funcional, essa técnica estimula as vias aferentes proprioceptivas, aumentando, assim, a influência sensorial nos sistemas de controle motor cortical^{9,14}.

Embora evidências anteriores tenham destacado o uso de VCI para melhorar os desfechos de equilíbrio, marcha e mobilidade^{11,15}, é de interesse científico revisar sistematicamente os achados e protocolos empregados para o uso da vibração de tendão de indivíduos pós-AVC. Para avançar nessa temática, esta revisão sistemática teve como objetivo compilar e resumir as principais características e achados de protocolos utilizados em pesquisas que investigaram os efeitos da vibração no tendão muscular no equilíbrio estático e dinâmico em adultos com AVC. A hipótese do estudo é que o uso de VCI melhora os desfechos relacionados ao equilíbrio em adultos com AVC.

METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão sistemática baseada nas diretrizes do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) (Material Suplementar A). Para os procedimentos metodológicos, foram seguidas as recomendações da colaboração Cochrane para elaboração de revisões sistemáticas de estudos de intervenção¹⁶. A revisão foi registrada na base PROSPERO (CRD42022303874), e a estratégia de busca completa está disponível no Material Suplementar B.

Durante o mês de janeiro de 2022, foram realizadas buscas nas bases de dados: PubMed, Cochrane Central Register of Controlled Trials, Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), Scientific Electronic Library Online (SciELO), MEDLINE, Science Direct e Physiotherapy Evidence Database (PEDro). Para a estrutura de busca foi utilizado o método PICO (População, Intervenção, Comparação

e *Outcome* ou Desfecho), sendo P: pessoas com AVC; I: vibração do tendão muscular; C: comparação entre períodos, grupo sem vibração ou outra intervenção; e O: desfecho de equilíbrio estático ou dinâmico. Assim, foi usada para a pesquisa a combinação de palavras-chave relacionadas a “*stroke*”, “*balance*”, “*muscle tendon vibration*” e “*randomized controlled trial*” (Material Suplementar B).

Critérios de inclusão

Foram incluídos ensaios clínicos randomizados, tanto com participantes randomizados para um grupo experimental ou um grupo de controle quanto com participantes randomizados para grupos experimentais diferentes. Não houve limitação quanto a data de publicação dos estudos e idioma. Os participantes dos estudos, independentemente do sexo, deveriam ser maiores de 18 anos, com diagnóstico clínico de AVC, em qualquer estágio da doença (agudo, subagudo, crônico). Estudos que utilizaram como intervenção a vibração do tendão muscular, que tiveram como desfecho o equilíbrio estático ou dinâmico após a intervenção, que compararam períodos ou grupos sem vibração no tendão muscular, que compararam a vibração do tendão muscular entre pessoas com e sem AVC, e que compararam a vibração do tendão muscular com outra técnica de reabilitação também foram incluídos.

Critérios de exclusão

Os critérios de exclusão foram: revisões, estudos de coorte ou caso-controle; protocolos de estudo; estudos publicados em livros e como resumos de eventos; estudos indisponíveis na íntegra; e estudos com informações duplicadas em outro ensaio clínico randomizado. Foram excluídos estudos que analisaram outras doenças ou grupos populacionais mistos, exceto aqueles cujos resultados foram relatados separadamente para cada diagnóstico. Nesse caso, apenas os resultados específicos para AVC foram incluídos.

Seleção de estudos

Os títulos e resumos foram avaliados de forma independente por dois revisores (PJV e AYS) de acordo com os critérios de inclusão e exclusão. Em seguida, todos os estudos potencialmente relevantes para a avaliação foram lidos na íntegra. O software livre Rayyan¹⁷ foi utilizado para reunir os resultados obtidos nas bases de dados e excluir artigos duplicados. As discordâncias foram resolvidas por meio da consulta a um terceiro revisor.

Extração de dados

As informações extraídas incluíram as características do estudo (autor e ano de publicação) e dos participantes (tamanho da amostra, sexo, idade, tipo de AVC e seu estágio), os detalhes metodológicos relacionados às intervenções (local da vibração, frequência, duração, avaliação do equilíbrio) e os resultados (antes, durante e após a intervenção, análise intra ou intergrupos). Esses dados foram extraídos e apresentados em uma tabela.

Avaliação do risco de viés (qualidade)

O risco de viés e a qualidade metodológica foram avaliados por dois avaliadores (PJV e AYS), de forma independente, por meio da escala PEDro. Os itens

foram classificados em “sim” ou “não” (recebendo as pontuações 1 ou 0, respectivamente) de acordo com a análise da satisfação de cada um deles, com isso, a pontuação total variou de 0 a 10, resultando em um escore PEDro, em que: <4 foi considerado “ruim”, de 4 a 5 “regular”, de 6 a 8 “bom” e de 9 a 10 “excelente”¹⁸.

RESULTADOS

As buscas resultaram em 1.560 artigos, porém foram excluídos 222 estudos duplicados e 1.322 após a análise de título e resumo. Dos 16 estudos selecionados para a leitura na íntegra, 5 foram eliminados por não cumprirem os critérios de elegibilidade, resultando assim em 11 artigos inclusos nessa revisão, conforme a Figura 1.

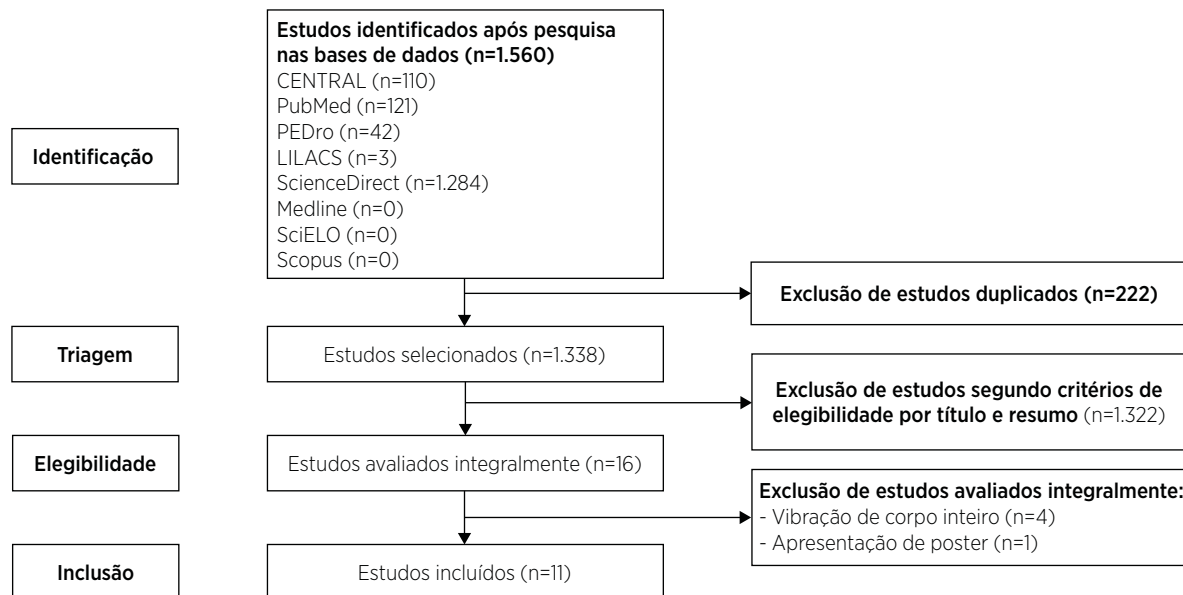


Figura 1. Fluxograma

Após a análise do risco de viés (Tabela 1), verificou-se que todos os estudos incluídos apresentaram alto risco de viés em um ou mais critérios, de forma que a confiança quanto ao seu resultado diminuiu substancialmente. Assim, a qualidade metodológica variou de 3 a 7, sendo que seis estudos apresentaram qualidade ruim, três regular e dois boa.

Todos os ensaios clínicos foram publicados entre 1994 e 2020, e destes 10 foram publicados nos últimos oito anos. Foi possível observar que diferentes países têm realizado pesquisa utilizando a técnica de vibração do tendão muscular para investigar o equilíbrio postural em pessoas com AVC, sendo a maioria da França^{7,23,24,26}, seguida por Coreia do Sul^{20,22}, Irã^{9,25}, Suécia¹⁹, Canadá²¹ e Turquia²⁷.

Alguns dos estudos analisaram a aplicação da técnica de vibração do tendão muscular como forma de perturbação do equilíbrio^{7,19,23-25}, enquanto outros como proposta de reabilitação do equilíbrio^{9,20,22,26,27}. A aplicação da vibração foi realizada em diferentes tendões musculares – fibular²³, tibial anterior^{7,20}, flexores plantares do pé^{9,27}, glúteo médio^{7,24}, músculos posteriores do pescoço^{21,26} –, mas majoritariamente no tríceps sural^{7,19,20-23,25}. Para a proposta de reabilitação a vibração foi aplicada nos tendões dos flexores plantares^{9,27}, no tríceps sural^{20,22} e nos músculos posteriores do pescoço²⁶. Um total de 242 pessoas com AVC participaram dos ensaios clínicos. A caracterização dos estudos incluídos estão presentes na Tabela 2.

Tabela 1. Análise do risco de viés

Autores/Ano	Critérios											Total	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
Magnusson, Johansson e Johansson, 1994 ¹⁹	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM	3*/10
Bonan et al., 2013 ⁷	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	SIM	SIM		3/10
Lee, Cho e Lee, 2013 ²⁰	NÃO	SIM	SIM	SIM	NÃO	NÃO	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM		7*/10
Mullie e Duclos, 2014 ²¹	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM		3/10
Afzal et al., 2015 ²²	SIM	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	SIM	SIM		4/10
Duclos et al., 2015 ²³	SIM	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM		3/10
Bonan et al., 2017 ²⁴	SIM	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM		3/10
Karimi-AhmadAbadi et al., 2018 ⁹	SIM	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM		5/10
Jamali et al., 2019 ²⁵	SIM	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM		3/10
Jamal et al., 2020 ²⁶	SIM	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM		5/10
Önal, Karaca e Sertel, 2020 ²⁷	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	SIM	SIM		6/10

1: critérios de elegibilidade não pontuados; 2: alocação aleatória; 3: alocação oclusa; 4: comparabilidade da linha de base; 5: sujeitos cegos; 6: terapeutas cegos; 7: avaliadores cegos; 8: acompanhamento adequado (>85%); 9: análise da intenção de tratar; 10: comparações estatísticas entre grupos; 11: estimativas pontuais e medidas de variabilidade.

*Pontuação fornecida pelos avaliadores da escala PEDro.

Tabela 2. Caracterização dos estudos incluídos

Autor/Ano/ País	Grupos	Características dos participantes	Metodologia	Parâmetros e dosagem de vibração	Avaliação	Resultados
Magnusson, Johansson e Johansson, 1994 ¹⁹	Grupo-controle saudável (n=23)	Sexo: não relatado Idade: em média 74 anos	Aplicação como perturbação do equilíbrio: em pé, olhos abertos e fechados, uso de vibrador no tendão do músculo tríceps sural.	1º modo: cinco períodos de vibração com frequências de 20, 40, 60, 80 ou 100Hz, e amplitude de 0,4mm. 2º modo: frequência constante de 60Hz (programação PSBPA) com pulsos entre 0,5 e 8seg., precedido por 30seg. de repouso.	Plataforma de força. Avaliação: antes, durante e após a vibração.	Não houve diferença entre os três grupos na velocidade de equilíbrio e oscilação anteroposterior. O grupo-controle AVC precisou de mais tempo para reassumir o equilíbrio após a vibração do que os outros grupos.
Suécia	Grupo AVC vibração/estimulação galvânica (n=22)	Estágio do AVC: crônico				
	Grupo-controle AVC (n=26)					
Bonan et al., 2013 ⁷	Grupo AVC vibração e grupo-controle (n=20)	Sexo: 7F+13M; Idade: 51,4±10,5 anos Estágio do AVC: subagudo	Aplicação como perturbação do equilíbrio: em pé, olhos abertos, com uso de vibradores eletromagnéticos perpendiculares nos tendões tríceps sural e tibial anterior.	Frequência: 50Hz no tríceps sural e tibial anterior e 90Hz no glúteo médio, nessa ordem e separadamente, com amplitude de 1mm. Duração: 35seg., 1 sessão.	Duas plataformas de força com dois sensores inerciais (cabeça e tronco). Avaliação: antes e durante a vibração.	Cerca de 65% dos sujeitos eram sensíveis à estimulação vibratória, que afetou o controle postural.
França						
Lee, Cho e Lee, 2013 ²⁰	Grupo AVC vibração (n=16)	Sexo: Vib.=3F+13M e Plac.=4F+11M Idade: Vib.=53,31±8,37 anos e Plac.=55,73±8,27 anos Estágio do AVC: crônico	Aplicação como intervenção: treinamento de levantamento de peso e mudança de peso em MI parético com dois vibradores fixos no calcanhar, no tríceps sural e tibial anterior.	Frequência: 90Hz. Amplitude: 15µm. Duração: 30min./dia, 3x/semana, 6 semanas.	Plataforma de força. Avaliação: pré-teste, uma semana antes do início, e pós-teste, um dia após o término.	Melhora significativa do equilíbrio no grupo AVC vibração.
Coreia do Sul	Grupo AVC placebo (n=15)					

(continua)

Tabela 2. Continuação

Autor/Ano/ País	Grupos	Características dos participantes	Metodologia	Parâmetros e dosagem de vibração	Avaliação	Resultados
Mullie e Duclos, 2014 ²¹	Grupo vibração saudável (n=12)	Sexo: não relatado Idade: 47,8±11,8 anos	Aplicação como perturbação do equilíbrio: em pé, de olhos abertos, caminhando na esteira, com uso de vibradores eletromecânicos nos músculos posteriores do pescoço e no tendão do tríceps sural do lado não dominante/parético.	Modo: contínuo ou fásico (quando calcanhar estava em contato com o solo). Frequência: 80Hz Amplitude: 0,5 e 1mm. Duração: 1min., 1 sessão.	Análise cinemática tridimensional do corpo todo e da força de reação ao solo através de esteira instrumentada. Avaliação: antes, durante e após a vibração.	Não alterou o equilíbrio durante a marcha no grupo vibração AVC.
Canadá	Grupo vibração AVC (n=9)	Estágio do AVC: não relatado				
Afzal et al., 2015 ²²	Grupo vibração saudável (n=5)	Sexo: 1F+3M Idade: 64,75 anos	Aplicação como intervenção: uso de cinto de velcro com seis vibradores preso entre o joelho e a panturrilha.	Modulação: MVCta, MVPrs e MVCfb. Frequência: 200Hz. Amplitude: 1,4G. Duração: tempo do teste de caminhada de 6m; 1 sessão.	Teste de caminhada de 6 metros. Avaliação: antes, durante e após a vibração.	Melhora significativa no grupo vibração AVC na simetria da marcha e velocidade da marcha.
Coreia do Sul	Grupo vibração AVC (n=4)	Estágio do AVC: crônico				
Duclos et al., 2015 ²³	Grupo vibração saudável (n=20)	Sexo: LCD=2F+10M e LCE=6F+8M Idade: LCD=69,2 anos e LCE=65,4 anos	Aplicação como perturbação do equilíbrio: em pé, sem visão, com uso de vibradores eletromagnéticos posicionados nos tendões fibular e tríceps sural.	Aplicação: separada, em três condições (membro parético, não parético e bilateral). Frequência: 80Hz. Amplitude: 0,2-0,5mm Duração: 20seg., 1 sessão.	Plataforma de força. Avaliação: antes (4seg), durante e após (24seg) a vibração.	Perturbação maior no tendão do tríceps sural, e maior deslocamento no MI não parético do que no parético. Grupo LCD sofreu perturbação significativa e precisou de mais tempo para restaurar o equilíbrio.
França	Grupo AVC vibração LCD (n=12) e LCE(n=14)	Estágio do AVC: crônico				
Bonan et al., 2017 ²⁴	Grupo vibração saudável (n=40)	Sexo: 16F+24M Idade: 54,7±10,6 anos	Aplicação como perturbação do equilíbrio: em pé, uso de vibrador sobre o tendão do glúteo médio não parético (GM direito para hemiparesia esquerda e GM esquerdo para hemiparesia direita), mantido por uma faixa ao redor da cintura.	Frequência: 90Hz. Amplitude: 0,4mm. Duração: 35seg., 2 sessões.	Duas plataformas de força. Avaliação: inicial e na 4ª e na 6ª semana (sessão 2) após o primeiro teste (sessão 1).	Perturbação maior no grupo AVC vibração no hemiparético à direita do que à esquerda.
França	Grupo AVC vibração no hemiparético à direita (n=21) e à esquerda (n=19)	Estágio do AVC: subagudo				
Karimi- AhmadAbadi et al., 2018 ⁹	Mesmo grupo AVC placebo e vibração (n=22)	Sexo: 8F+14M Idade: 55,82±11,87 anos Estágio do AVC: crônico	Aplicação como intervenção: em decúbito dorsal, braços ao lado do tronco, com os joelhos fletidos, e os pés descalços, apoiados e presos com três tiras de velcro na superfície superior de uma caixa com dois painéis de vibração, nos tendões dos flexores plantares do tornozelo.	Frequência: 100HZ. Duração: 5min., 1 sessão.	Mini-BESTest. Avaliação antes e imediatamente após o placebo ou a vibração ativa.	Melhora significativa do equilíbrio no grupo vibração.
Irã						

(continua)

Tabela 2. Continuação

Autor/Ano/ País	Grupos	Características dos participantes	Metodologia	Parâmetros e dosagem de vibração	Avaliação	Resultados
Jamali et al., 2019 ²⁵	Grupo vibração saudável (n=18)	Sexo: BA e AA=4F+14 M Idade: BA=55,11±10,93 anos e AA=51,89±10,90 anos Estágio do AVC: crônico	Aplicação como perturbação do equilíbrio: um par de vibradores aplicado no tendão do tríceps sural em pé parado e durante uma tarefa visual de antecipação/ ambiente visual virtual (deveriam evitar a colisão dos estímulos visuais movendo a cabeça e o tronco).	Frequência: 80Hz Amplitude: 0,3mm. Duração: 60seg. para cada condição, 1 sessão.	Plataforma de força. Avaliação: antes, durante e após a vibração.	Redução significativa da variabilidade da oscilação postural no grupo saudável. O AVC BA precisou de mais tempo para restaurar o equilíbrio e o AVC AA precisou de um tempo maior ainda.
Jamali et al., 2020 ²⁶	Grupo AVC vibração com LCD (n=16) e LCE (n=16)	Sexo: 6F+26M Idade: 60,9±10 anos Estágio do AVC: crônico	Aplicação como intervenção: sentado e vedado, com aparelho vibrador posicionado manualmente pelo examinador nos tendões dos músculos do pescoço (semiespinhal e esplênio); local dependeu do lado da lesão: à esquerda em LCD e à direita em LCE.	Frequência: 80Hz Amplitude: 0,4mm Duração: 10min., 5 sessões/semana, 2 semanas.	Duas plataformas de força, EEB e TUG. Avaliação: duas semanas antes, imediatamente antes da 1ª intervenção, após uma semana e um mês depois.	Melhora significativa no equilíbrio em ambos os grupos.
Önal, Karaca e Sertel, 2020 ²⁷	Grupo AVC vibração (n=15)	Sexo: 7F+23M Idade: em média 58 anos Estágio do AVC: crônico	Aplicação como intervenção: em decúbito dorsal, com uso de dispositivo de vibração em ambas as regiões plantares.	Frequência: 80Hz por 10seg. e 5seg. de descanso. Duração: 15min., 1 sessão.	Sistema de equilíbrio Biodex. Avaliação: antes da intervenção e até 5min. após.	Melhora significativa imediate no grupo vibração.

AVC: acidente vascular cerebral; EEB: escala de equilíbrio de Berg; F: feminino; G: aceleração da gravidade; GM: glúteo médio; Hz: Hertz; LCD: lesão cerebral direita; LCE: lesão cerebral esquerda; M: masculino; MI: membro inferior; µm: micrômetro; mm: milímetro; min.: minuto; MVCfb: modo de vibração constante de fase de balanço; MVCTa: modo de vibração constante de correspondência de tempo de apoio; MVPrs: modo de vibração proporcional de correspondência de razão de simetria; Plac.: placebo; PSBPA: programação de sinais binários pseudoaleatórios; seg.: segundos; TUG: timed up and go test; Vib.: vibração.

DISCUSSÃO

Caracterização dos estudos

Nesta revisão sistemática foram identificados estudos de diferentes países e com formas e regiões de aplicação da vibração do tendão muscular diversas, permitindo determinar as principais características de protocolos utilizados em pesquisas que investigam a estabilidade do equilíbrio corporal em pessoas com AVC após a aplicação da vibração em tendão muscular. Porém, devido ao alto risco de viés, os desfechos relacionados à eficácia desse método como recurso de reabilitação para a melhora do equilíbrio postural devem ser interpretados com cautela.

Tendo em vista o processo de recuperação abordado por Bernhardt et al.²⁸, dos estudos que relataram a caracterização dos pacientes com AVC, a maioria se encontrava no estágio crônico do AVC (mais de seis meses), e apenas em dois estudos os participantes estavam no estágio subagudo^{7,24}. Quanto à idade dos participantes, tinham mais de 41 anos, sendo a maioria na faixa etária dos 50 anos^{7,9,20,24,25,27}. Todos os estudos apresentaram

maior população masculina, o que corrobora o estudo de Bensenor et al.²⁹, em que a prevalência pontual foi de 1,6% em homens e 1,4% em mulheres, e a de incapacidade foi de 29,5% em homens e de 21,5% em mulheres.

Dispositivos de vibração: local da aplicação e posicionamento dos vibradores

Não houve padronização do tendão muscular em que a vibração era aplicada diante das duas propostas: verificar a influência dos mecanismos proprioceptivo no desfecho de equilíbrio postural e, com intuito de estratégia de intervenção, melhorar o equilíbrio postural.

Quando usado para produzir interferências da vibração no controle postural, os locais eram escolhidos visando provocar diferentes amplitudes de instabilidade em diferentes direções: anteroposterior ou mediolateral. As vibrações no tríceps sural^{7,19,21,23,25}, por exemplo, podem resultar em uma resposta postural para trás. Como observado no estudo de Mulie e Duclos²¹, em que os indivíduos tiveram uma inclinação para o sentido posterior durante a vibração do tríceps

sural. Isso pode ser explicado devido ao fato de a vibração ser geralmente interpretada através da ilusão cinestésica de alongamento do músculo vibrado e da reação compensatória para trás gerada para restaurar a postura corporal³⁰. Ao contrário do tendão tibial anterior⁷, que provoca uma ilusão de inclinação para trás do corpo, fazendo com que os sujeitos inclinem de maneira correspondente para frente para corrigir a inclinação percebida³¹.

A vibração do tendão fibular foi aplicada em apenas um estudo²³, sendo a menos utilizada. Isso ocorre pois a vibração nesse tendão provoca um deslocamento posterior relativamente pequeno em comparação com a vibração do tendão do tríceps sural³², sendo insuficiente para estimular o alongamento do músculo e induzir uma reação de controle postural³³.

Além disso, as vibrações podem gerar um deslocamento lateral no membro parético nos indivíduos com AVC. Segundo Biger et al.³⁴, os músculos do pescoço estão diretamente ligados aos sistemas vestibular e oculomotor e podem desempenhar um papel crucial na percepção do corpo no espaço. Assim, ao aplicar a vibração nesses músculos, a informação obtida dos receptores proprioceptivos, juntamente com a dos músculos oculomotores e do sistema vestibular, está envolvida na localização dos objetos em relação ao corpo e, conseqüentemente, no equilíbrio do indivíduo²⁶. Desse modo, as vibrações musculares do pescoço podem reduzir a assimetria lateral do peso corporal em indivíduos com hemiparesia. O mesmo se verifica para a estimulação vibratória no tendão do glúteo médio, durante a posição em pé ocorre o deslocamento lateral do centro de pressão pela duração da vibração, o que produz a percepção de um forte empurrão ao nível do quadril vibrado em direção oposta³⁵ e, consecutivamente, a colocação de mais peso na perna parética^{7,24}. Isso pode não só interferir na propriocepção do equilíbrio²¹ como resultar na melhora do equilíbrio postural, como visto no estudo de Jamal et al.²⁶.

Contudo, para Liang et al.⁸, há um forte acoplamento sináptico entre os aferentes da região plantar do pé e os neurônios motores que suprem os músculos da perna, e, assim, as entradas aferentes medeiam seu efeito nas funções motoras através da modulação da excitabilidade do córtex motor, sendo mais efetivo no equilíbrio, como observado nos estudos de Karimi-AhmadAbadi et al.⁹ e Önal, Karaca e Sertel²⁷ após aplicarem a vibração nos flexores plantares do pé, como intervenção de equilíbrio.

As formas de aplicação foram baseadas em posicionar o dispositivo sobre o tendão muscular ou fixá-lo no local

por meio de uma faixa ao redor da cintura²⁴, cinto de velcro²², ou três tiras de velcro na superfície superior de uma caixa com dois painéis, um para cada pé, para aplicar estimulação vibratória⁹. Enquanto um estudo fez uso de aparelho vibrador posicionado manualmente pelo examinador nos músculos do pescoço²⁶, outro utilizou vibradores eletromagnéticos ajustados manualmente perpendiculares ao tendão dos músculos⁷.

Frequência de vibração, dosagem e tempo de aplicação

A dosagem e o tempo de aplicação são medidas efetivas para conseguir a melhor resposta a determinado tratamento. Os dois principais parâmetros para se definir a dosagem incluem amplitude, que é a extensão do movimento oscilatório (deslocamento pico a pico em mm), e frequência de vibração, que consiste na taxa de repetição dos ciclos de oscilação. Estudos indicam que a amplitude deve ser de 0,2 a 0,5mm, uma vez que um valor maior tende a levar a um transbordamento do estímulo para os músculos e ossos circundantes^{36,37}, o que corrobora a utilização dessa amplitude na maioria dos estudos incluídos^{7,19,23-26}. Entretanto, um estudo²⁰ utilizou uma menor amplitude de vibração no tendão muscular: 15µm, o que corresponde a cerca de 0,015mm. Apesar de grande parte dos estudos fazer uso da amplitude por deslocamento (mm), Afzal et al.²² aplicaram como aceleração de gravidade (G). Ambos são unidades de medidas importantes, já que a relação entre a amplitude e a aceleração depende da frequência, e quanto menor a frequência, maior a amplitude pico a pico para uma determinada aceleração pico a pico³⁸.

Nos estudos incluídos nesta revisão, a frequência variou de 20Hz a 200Hz, porém a maioria utilizou a aplicação em 80Hz^{21,23,25-27}. De acordo com Kavounoudias, Roll e Roll³⁹, quando a vibração é aplicada a uma frequência acima de 80Hz, ela é capaz de gerar atividades eletromiográficas (EMGs) específicas, seguidas de inclinações orientadas de corpo inteiro, cuja direção é sempre oposta e cuja amplitude varia linearmente com a frequência de vibração. Assim, ao gerar um sinal aferente, ocorre uma reação postural para “restaurar” o comprimento muscular e evitar a queda ilusória, o que corrobora os achados desses estudos, que utilizaram em sua maioria essa frequência.

Segundo Duclos et al.³², são necessários pelo menos 16 segundos de vibração para induzir a maioria dos efeitos posturais em adultos jovens, independentemente da condição de vibração. Entretanto, não há um respaldo

na literatura que indique o tempo para a população após o AVC para que ocorram as adaptações sensoriais centrais, mas é sabido que, devido à produção motora reduzida, são mais lentas e deficientes em relação às forças de correção e apresentam maior oscilação⁷. Dos estudos incluídos nesta revisão que relataram o tempo de vibração, a maioria aplicou por mais de 20 segundos^{7,21,23-25}.

Quanto à dosagem da intervenção com uso de vibração do tendão muscular, os estudos divergiram, sendo realizadas desde 18 sessões em seis semanas²⁰, 10 sessões em duas semanas²⁶, até apenas uma única sessão^{9,22,27}. Nesses estudos, a análise foi avaliada apenas a curto prazo, o que significa que os resultados podem não persistir quando verificados a longo prazo, sendo necessária uma maior quantidade de sessões.

Resultados principais

Estudos que analisaram as interferências da vibração no controle postural observaram que os participantes tiveram o equilíbrio afetado durante a aplicação da vibração⁷ e precisaram de mais tempo para se recuperar²⁵ ou não sofreram diferenças significativas¹⁹. Nos estudos que separaram a amostra quanto ao lado da lesão cerebral, observou-se que o tempo de recuperação do equilíbrio era maior quando a lesão era à direita^{23,24}, havendo uma perturbação mais forte no hemicorpo não parético²³. Isso ocorre porque uma lesão no hemisfério direito pode induzir uma interrupção pronunciada no processamento de informações espaciais, prejudicar a representação interna do corpo no espaço e induzir distorções nas coordenadas usadas para distribuir o peso corporal pelos dois membros inferiores em pé⁴⁰. Além disso, a vibração do tendão muscular não foi capaz de perturbar o equilíbrio quando analisado durante a marcha na maioria dos participantes com AVC²¹. Portanto, a vibração do tendão é uma ferramenta útil para perturbar a propriocepção em músculos específicos – principalmente do lado parético, em que há maiores comprometimentos somatossensoriais – tendo em vista que os estímulos vibratórios aumentam a sensibilidade do reflexo de estiramento, estimulam os receptores cutâneos e proprioceptivos e os nervos aferentes e, portanto, geram efeitos positivos no sistema sensorial, nas respostas neuromusculares e na melhoria da capacidade do sistema nervoso central de processar os sinais⁹.

Houve apenas cinco estudos que utilizaram a vibração no tendão muscular como intervenção e verificaram uma possível melhora do equilíbrio^{9,20,26,27}, até durante a

marcha²². Nos indivíduos com hemiparesia, a seletividade da informação sensorial do membro parético é reorganizada e, no estágio agudo do AVC, podem se tornar incapazes ou relutantes em suportar peso no lado parético devido a fraqueza, controle motor prejudicado, propriocepção prejudicada ou percepção errônea de orientação^{23,41,42}. Diante disso, nos estágios crônicos do AVC, a hemiparesia pode ocasionar o desuso do membro parético, apesar da melhora da função motora no membro inferior.

O déficit de equilíbrio resulta da assimetria da distribuição do peso corporal caracterizada pela sobrecarga da perna não afetada e subcarga da perna parética e pelo aumento da oscilação do centro de pressão⁴³. Porém, é possível obter bons resultados para o desfecho de controle postural nos indivíduos pós-AVC, já que a vibração demonstrou ativar e alterar os mecanismos centrais no sistema nervoso prejudicado pelo AVC e, assim, melhorar as funções motoras, provavelmente por meio do aumento da atividade do córtex somatossensorial⁹. Desse modo a vibração do tendão muscular pode reduzir a perda sensorial e desempenhar um papel importante na integração somatossensorial, principalmente pelo aumento da sensação do lado parético, que faz com que a transferência de peso para o lado parético aumente e proporcione uma transferência de peso simétrica^{20,44}, o que corrobora a melhora do equilíbrio nos estágios crônicos do AVC, como verificado nos cinco estudos^{9,20,22,26,27}.

Portanto, a vibração do tendão muscular tem efeitos na redução do déficit de equilíbrio em indivíduos após o AVC – condição que está relacionada a graves comprometimentos físicos, incapacidade e baixa qualidade de vida –, diminuindo as taxas de quedas, que representam um grande ônus para esses indivíduos, seus familiares e a sociedade⁴⁵.

Limitações

Diante desta revisão é necessário precauções quanto às conclusões extraídas, devido ao pequeno número de estudos incluídos, baixo número amostral e metodologias com alto risco de viés. Além disso, os estudos foram heterogêneos entre si, com diferentes locais de aplicação, dosagens e duração da vibração no tendão muscular, o que inviabilizou a meta-análise neste estudo. Portanto, é necessário que novos estudos de alta qualidade metodológica sejam realizados para atingir resultados mais conclusivos.

CONCLUSÃO

Os efeitos da vibração no tendão muscular podem proporcionar benefícios ao equilíbrio estático, diminuindo a oscilação postural, e ao equilíbrio dinâmico, melhorando a cadência, o comprimento do passo e aumentando o tempo de apoio unipodal na marcha em adultos com AVC. Além disso, podem influenciar o controle postural através de mecanismos proprioceptivos da vibração. Entretanto, são necessários mais estudos de alta qualidade metodológica a fim de estabelecer um consenso em relação a protocolos de tratamento e sua recomendação na prática clínica.

REFERÊNCIAS

- Arienti C, Lazzarini SG, Pollock A, Negrini S. Rehabilitation interventions for improving balance following stroke: an overview of systematic reviews. *PLoS One*. 2019;14(7):e0219781. doi: 10.1371/journal.pone.0219781.
- GBD 2019 Stroke Collaborators. Global, regional, and national burden of stroke and its risk factors, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet Neurol*. 2021;20(10):795–820. doi: 10.1016/S1474-4422(21)00252-0.
- Beyaert C, Vasa R, Frykberg GE. Gait post-stroke: pathophysiology and rehabilitation strategies. *Neurophysiol Clin*. 2015;45(4-5):335–55. doi: 10.1016/j.neucli.2015.09.005.
- Yang F, Butler AJ. Efficacy of controlled whole-body vibration training on improving fall risk factors in stroke survivors: a meta-analysis. *Neurorehabil Neural Repair*. 2020;34(4):275–88. doi: 10.1177/1545968320907073.
- Hugues A, Di Marco J, Ribault S, Ardaillon H, Janiaud P, Xue Y, et al. Limited evidence of physical therapy on balance after stroke: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2019;14(8):e0221700. doi: 10.1371/journal.pone.0221700.
- Paolucci T, Pezzi L, La Verde R, Latessa PM, Bellomo RG, Saggini R. The focal mechanical vibration for balance improvement in elderly – a systematic review. *Clin Interv Aging*. 2021;16:2009–21. doi: 10.2147/CIA.S328638.
- Bonan IV, Marquer A, Eskiizmirli S, Yelnik AP, Vidal PP. Sensory reweighting in controls and stroke patients. *Clin Neurophysiol*. 2013;124(4):713–22. doi: 10.1016/j.clinph.2012.09.019.
- Liang JN, Ho KY, Hung V, Reilly A, Wood R, Yuskov N, et al. Effects of augmented somatosensory input using vibratory insoles to improve walking in individuals with chronic post-stroke hemiparesis. *Gait Posture*. 2021;86:77–82. doi: 10.1016/j.gaitpost.2021.01.016.
- Karimi-AhmadAbadi A, Naghdi S, Ansari NN, Fakhari Z, Khalifelloo M. A clinical single blind study to investigate the immediate effects of plantar vibration on balance in patients after stroke. *J Bodyw Mov Ther*. 2018;22(2):242–6. doi: 10.1016/j.jbmt.2017.04.013.
- Alashram AR, Padua E, Annino G. Effects of whole-body vibration on motor impairments in patients with neurological disorders: a systematic review. *Am J Phys Med Rehabil*. 2019;98(12):1084–98. doi: 10.1097/PHM.0000000000001252.
- Yang X, Wang P, Liu C, He C, Reinhardt JD. The effect of whole body vibration on balance, gait performance and mobility in people with stroke: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil*. 2015;29(7):627–38. doi: 10.1177/0269215514552829.
- Lee DK, Han JW. Effects of active vibration exercise using a Flexi-Bar on balance and gait in patients with chronic stroke. *J Phys Ther Sci*. 2018;30(6):832–4. doi: 10.1589/jpts.30.832.
- Alashram AR, Padua E, Romagnoli C, Annino G. Effectiveness of focal muscle vibration on hemiplegic upper extremity spasticity in individuals with stroke: a systematic review. *NeuroRehabilitation*. 2019;45(4):471–81. doi: 10.3233/NRE-192863.
- Conrad MO, Gadhoke B, Scheidt RA, Schmit BD. Effect of tendon vibration on hemiparetic arm stability in unstable workspaces. *PLoS One*. 2015;10(12):e0144377. doi: 10.1371/journal.pone.0144377.
- Lu J, Xu G, Wang Y. Effects of whole body vibration training on people with chronic stroke: a systematic review and meta-analysis. *Top Stroke Rehabil*. 2015;22(3):161–8. doi: 10.1179/1074935714Z.0000000005.
- Higgins JP, Thomas J, Chandler J, Cumpston M, Li T, Page MJ, et al., editors. *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions*. 2nd ed. Chichester: Wiley; 2019.
- Ouzzani M, Hammady H, Fedorowicz Z, Elmagarmid A. Rayyan—a web and mobile app for systematic reviews. *Syst Rev*. 2016;5(1):210. doi: 10.1186/s13643-016-0384-4.
- Cashin AG, McAuley JH. Clinimetrics: Physiotherapy Evidence Database (PEDro) Scale. *J Physiother*. 2020;66(1):59. doi: 10.1016/j.jphys.2019.08.005.
- Magnusson M, Johansson K, Johansson BB. Sensory stimulation promotes normalization of postural control after stroke. *Stroke*. 1994;25(6):1176–80. doi: 10.1161/01.str.25.6.1176.
- Lee SW, Cho KH, Lee WH. Effect of a local vibration stimulus training programme on postural sway and gait in chronic stroke patients: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2013;27(10):921–31. doi: 10.1177/0269215513485100.
- Mullie Y, Duclos C. Role of proprioceptive information to control balance during gait in healthy and hemiparetic individuals. *Gait Posture*. 2014;40(4):610–5. doi: 10.1016/j.gaitpost.2014.07.008.
- Afzal MR, Oh MK, Lee CH, Park YS, Yoon J. A portable gait asymmetry rehabilitation system for individuals with stroke using a vibrotactile feedback. *Biomed Res Int*. 2015;2015:375638. doi: 10.1155/2015/375638.
- Duclos NC, Maynard L, Abbas D, Mesure S. Hemispheric specificity for proprioception: postural control of standing following right or left hemisphere damage during ankle tendon vibration. *Brain Res*. 2015;1625:159–70. doi: 10.1016/j.brainres.2015.08.043.
- Bonan I, Butet S, Jamal K, Yelnik A, Tasseel Ponche S, Leplaideur S. Difference between individuals with left and right hemiparesis in the effect of gluteus medius vibration on body weight shifting. *Neurophysiol Clin*. 2017;47(5-6):419–26. doi: 10.1016/j.neucli.2017.08.002.

25. Jamali S, Azad A, Mehdizadeh H, Doostdar A, Hoseinpour F, Mehdizadeh M, et al. Time-course investigation of postural sway variability: does anxiety exacerbate the sensory reweighting impairment in chronic stroke survivors? *Neuropsychologia*. 2019;127:185-94. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2019.01.023.
26. Jamal K, Leplaideur S, Rousseau C, Cordillet S, Raillon AM, Butet S, et al. The effects of repetitive neck-muscle vibration on postural disturbances after a chronic stroke. *Neurophysiol Clin*. 2020;50(4):269-78. doi: 10.1016/j.neucli.2020.01.005.
27. Önal B, Karaca G, Sertel M. Immediate effects of plantar vibration on fall risk and postural stability in stroke patients: a randomized controlled trial. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2020;29(12):105324. doi: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2020.105324.
28. Bernhardt J, Hayward KS, Kwakkel G, Ward NS, Wolf SL, Borschmann K, et al. Agreed definitions and a shared vision for new standards in stroke recovery research: the Stroke Recovery and Rehabilitation Roundtable Taskforce. *Int J Stroke*. 2017;12(5):444-50. doi: 10.1177/174749301711816.
29. Bensenor IM, Goulart AC, Szwarcwald CL, Vieira MLFP, Malta DC, Lotufo PA. Prevalence of stroke and associated disability in Brazil: National Health Survey – 2013. *Arq Neuropsiquiatr*. 2015;73(9):746-50. doi: 10.1590/0004-282X20150115.
30. Ivanenko YP, Grasso R, Lacquaniti F. Influence of leg muscle vibration on human walking. *J Neurophysiol*. 2000;84(4):1737-47. doi: 10.1152/jn.2000.84.4.1737.
31. Michel-Pellegrino V, Amoud H, Hewson DJ, Duchene J. Identification of a degradation in postural equilibrium invoked by different vibration frequencies on the tibialis anterior tendon. *Proceedings of the 2006 International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society; 2006; New York. Piscataway: IEEE; 2006. p. 4047-50. doi: 10.1109/IEMBS.2006.259813.*
32. Duclos NC, Maynard L, Barthelemy J, Mesure S. Postural stabilization during bilateral and unilateral vibration of ankle muscles in the sagittal and frontal planes. *J Neuroeng Rehabil*. 2014;11:130. doi: 10.1186/1743-0003-11-130.
33. Thompson C, Bélanger M, Fung J. Effects of bilateral Achilles tendon vibration on postural orientation and balance during standing. *Clin Neurophysiol*. 2007;118(11):2456-67. doi: 10.1016/j.clinph.2007.08.013.
34. Biguer B, Donaldson IM, Hein A, Jeannerod M. Neck muscle vibration modifies the representation of visual motion and direction in man. *Brain*. 1988;111(Pt 6):1405-24. doi: 10.1093/brain/111.6.1405.
35. Roden-Reynolds DC, Walker MH, Wasserman CR, Dean JC. Hip proprioceptive feedback influences the control of mediolateral stability during human walking. *J Neurophysiol*. 2015;114(4):2220-9. doi: 10.1152/jn.00551.2015.
36. Roll JP, Vedel JP. Kinaesthetic role of muscle afferents in man, studied by tendon vibration and microneurography. *Exp Brain Res*. 1982;47(2):177-90. doi: 10.1007/BF00239377.
37. Souron R, Besson T, Millet GY, Lapole T. Acute and chronic neuromuscular adaptations to local vibration training. *Eur J Appl Physiol*. 2017;117(10):1939-64. doi: 10.1007/s00421-017-3688-8.
38. Ghazi M, Rippetoe J, Chandrashekar R, Wang H. Focal vibration therapy: vibration parameters of effective wearable devices. *Appl Sci (Basel)*. 2021;11(7):2969. doi: 10.3390/app11072969.
39. Kavounoudias A, Roll R, Roll JP. Foot sole and ankle muscle inputs contribute jointly to human erect posture regulation. *J Physiol*. 2001;532(Pt 3):869-78. doi: 10.1111/j.1469-7793.2001.0869e.x.
40. Pérennou D. Weight bearing asymmetry in standing hemiparetic patients. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2005;76(5):621. doi: 10.1136/jnnp.2004.050468.
41. Rogind H, Christensen J, Danneskiold-Samsøe B, Bliddal H. Posturographic description of the regaining of postural stability following stroke. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2005;25(1):1-9. doi: 10.1111/j.1475-097X.2004.00553.x.
42. Kamphuis JP, Kam D, Geurts AC, Weerdesteyn V. Is weight-bearing asymmetry associated with postural instability after stroke? A systematic review. *Stroke Res Treat*. 2013;2013:692137. doi: 10.1155/2013/692137.
43. Marigold DS, Eng JJ. The relationship of asymmetric weight-bearing with postural sway and visual reliance in stroke. *Gait Posture*. 2006;23(2):249-55. doi: 10.1016/j.gaitpost.2005.03.001.
44. Bronson-Lowe CR, Loucks TM, Ofori E, Sosnoff JJ. Aging effects on sensorimotor integration: a comparison of effector systems and feedback modalities. *J Mot Behav*. 2013;45(3):217-30. doi: 10.1080/00222895.2013.784239.
45. Li J, Zhong D, Ye J, He M, Liu X, Zheng H, et al. Rehabilitation for balance impairment in patients after stroke: a protocol of a systematic review and network meta-analysis. *BMJ Open*. 2019;9(7):e026844. doi: 10.1136/bmjopen-2018-026844.

MATERIAL SUPLEMENTAR A

Seção e tópico	Item #	Item da lista de verificação	Local no qual o item é tratado
Título			
Título	1	Identificar o artigo como uma revisão sistemática.	Página 1
Resumo			
Resumo	2	Verificar o PRISMA 2020 para a lista de verificação de Resumos.	Páginas 4-5
Introdução			
Fundamentação	3	Descrever a fundamentação para a revisão no contexto do conhecimento existente.	Página 7
Objetivos	4	Apresentar uma declaração de objetivo(s) explícitos ou questão(ões) que a revisão aborda.	Página 7
Métodos			
Critérios de elegibilidade	5	Especificar os critérios de inclusão e exclusão da revisão e a forma como os artigos foram agrupados para a síntese.	Página 8
Fontes de informação	6	Especificar todas as bases de dados, registros, páginas da web, organizações, listas de referências e outras fontes pesquisadas ou consultadas para identificar os estudos. Especificar a data da última consulta a cada fonte.	Página 7
Estratégia de pesquisa	7	Apresentar a estratégia de pesquisa completa para todas as bases de dados, registros e páginas da web, incluindo quaisquer filtros ou limites usados.	Página 28
Processo de seleção	8	Especificar os métodos usados para decidir se um estudo cumpre com os critérios de inclusão na revisão, incluindo quantos revisores avaliaram cada registro e cada relato obtido, se trabalharam independentemente e, se aplicável, detalhes de ferramentas de automação usadas no processo.	Página 8
Processo de coleta de dados	9	Especificar os métodos usados para coletar dados dos registros, incluindo quantos revisores coletaram dados de cada registro, se trabalharam independentemente, quaisquer processos de obtenção ou confirmação de dados dos pesquisadores do estudo e, se aplicável, detalhes de ferramentas de automação usadas no processo.	Páginas 8-9
Tópicos dos dados	10a	Listar e definir todos os desfechos para os quais buscaram-se dados. Especificar se todos os resultados compatíveis com cada desfecho em cada estudo foram considerados (por exemplo: para todas as medidas, pontos temporais, análises) e, caso negativo, os métodos usados para decidir quais resultados incluir.	Página 8
	10b	Listar e definir todas as outras variáveis para as quais buscaram-se dados (por exemplo: características de participantes ou intervenções, fontes de financiamento). Descrever quaisquer suposições feitas sobre quaisquer informações faltantes ou confusas.	Página 8
Análise do risco de viés do estudo	11	Especificar os métodos usados para analisar o risco de viés nos estudos incluídos, inclusive detalhes da(s) ferramenta(s) usadas, quantos revisores avaliaram cada estudo e se eles trabalharam independentemente e, se aplicável, detalhes das ferramentas de automação usadas no processo.	Página 9
Medidas de efeito	12	Especificar para cada desfecho a(s) medida(s) de efeito (por exemplo: risco relativo, diferença média) usada(s) na síntese ou apresentação de resultados.	Páginas 10-11
Métodos de síntese	13a	Descrever os processos usados para determinar quais estudos eram elegíveis para cada síntese (por exemplo: tabulação das características da intervenção de cada estudo e comparação com os grupos planejados para cada síntese (item #5)).	Página 8
	13b	Descrever quaisquer métodos necessários para preparar os dados para apresentação ou síntese, como o tratamento dado a estatísticas resumidas faltantes ou conversões de dados.	Páginas 8-9
	13c	Descrever quaisquer métodos usados para tabelar ou apresentar visualmente os resultados de estudos individuais e sínteses.	Página 9
	13d	Descrever quaisquer métodos usados para sintetizar os resultados e apresentar fundamentação para a(s) escolha(s). Se foi realizada uma metanálise, descrever o(s) modelo(s), método(s) para identificar a presença e a extensão de heterogeneidade estatística e o(s) pacote(s) de software usado(s).	Página 8
	13e	Descrever quaisquer métodos usados para explorar possíveis causas de heterogeneidade entre os resultados dos estudos (por exemplo: análise de subgrupos, meta-regressão).	-
	13f	Descrever quaisquer análises de sensibilidade realizadas para avaliar a robustez dos resultados da síntese.	-
Reportar a análise de viés	14	Descrever quaisquer métodos usados para avaliar o risco de viés devido a resultados faltantes em uma síntese (decorrentes do viés de apresentação).	Página 9
Análise de confiança	15	Descrever quaisquer métodos usados para avaliar certeza (ou confiança) no corpo de evidências de um desfecho.	Página 9
RESULTADOS			
Seleção dos estudos	16a	Descrever os resultados do processo de pesquisa e seleção, desde os números de registros identificados na pesquisa aos números de estudos incluídos na revisão, idealmente usando um fluxograma.	Páginas 9 e 10
	16b	Citar estudos que pareciam cumprir os critérios de inclusão, mas que foram excluídos, e explicar por que foram excluídos.	Página 10

(continua)

Material suplementar A. Continuação

Seção e tópico	Item #	Item da lista de verificação	Local no qual o item é tratado
Características dos estudos	17	Citar cada estudo incluído e apresentar suas características.	Páginas 13-16
Risco de viés nos estudos	18	Apresentar uma análise do risco de viés para cada estudo incluído.	Página 11
Resultados de estudos individuais	19	Para todos os desfechos, apresentar, para cada estudo: (1) resumo das estatísticas para cada grupo (quando apropriado) e (2) uma estimativa do efeito e sua precisão (por exemplo: intervalo de confiança/credibilidade), idealmente usando tabelas ou gráficos estruturados.	-
Resultados das sínteses	20a	Para cada síntese, resumir brevemente as características e o risco de viés dentre os estudos contribuintes.	Páginas 13-16
	20b	Apresentar os resultados de todos os estudos estatísticos realizados. Se uma metanálise foi realizada, apresentar para cada uma estimativa geral e sua precisão (por exemplo: intervalo de confiança/credibilidade) e medidas de heterogeneidade estatística. Em caso de comparação entre grupos, descrever a direção do efeito.	-
	20c	Apresentar os resultados de todas as análises de possíveis causas de heterogeneidade dentre os resultados dos estudos.	Páginas 13-16
	20d	Apresentar os resultados de todas as análises de sensibilidade conduzidas para avaliar a robustez dos resultados da síntese.	-
Viés de apresentação	21	Apresentar avaliações de risco devido a resultados faltantes (decorrentes do viés de apresentação) para cada síntese avaliada.	Página 11
Confiabilidade da evidência	22	Apresentar avaliações de certeza (ou confiabilidade) no corpo de evidências para cada desfecho avaliado.	Páginas 17-21
Discussão			
Discussão	23a	Apresentar uma interpretação geral dos resultados no contexto das outras evidências.	Página 17
	23b	Discutir quaisquer limitações das evidências incluídas na revisão.	Página 22
	23c	Discutir quaisquer limitações dos processos de revisão usados.	Página 22
	23d	Discutir as implicações dos resultados para futuras práticas, políticas e pesquisas.	Página 22
Outras informações			
Registro e protocolo	24a	Apresentar as informações de registro da revisão, incluindo nome e número de registro ou declarar que a revisão não foi registrada.	Página 7
	24b	Indicar onde o protocolo da revisão pode ser acessado ou declarar que o protocolo não foi preparado.	Página 7
	24c	Descrever e explicar quaisquer correções a informações apresentadas no registro ou no protocolo.	Página 7
Suporte	25	Descrever fontes de suporte, financeiro ou não, da revisão e o papel dos financiadores ou patrocinadores na revisão.	Página 22
Conflito de interesse	26	Declarar quaisquer conflitos de interesse dos autores da revisão.	Página 22
Disponibilidade dos dados, códigos e outros materiais	27	Reportar quais dos seguintes estão disponíveis publicamente e onde podem ser encontrados: modelo dos formulários de obtenção de dados; dados extraídos dos estudos incluídos; dados usados para todas as análises; código analítico; quaisquer outros materiais usados na revisão.	Página 7

Fonte: Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71. Para mais informação, visite: <http://www.prisma-statement.org/>.

MATERIAL SUPLEMENTAR B

Formulação das buscas em bases de dados – PubMed (121 resultados)

A. Condição da doença: AVC

- (1) *Stroke*
- (2) *Post-stroke*
- (3) *After stroke*
- (4) *Cerebrovascular disorders*
- (5) *Hemiparetic stroke*
- (6) *Hemiplegia*
- (7) *Brain ischemia*

#1 OR #2 OR #3 OR #4 OR #5 OR #6 OR #7

B. Desfecho: Equilíbrio

- (8) *Balance*
- (9) *Postural balance*
- (10) *Postural control*
- (11) *Equilibrium*
- (12) *Sway*

#8 OR #9 OR #10 OR #11 OR #12

C. Intervenção:

- (13) *Sensory feedback*
- (14) *Vibrotactile feedback*
- (15) *Vibratory feedback*
- (16) *Tendon vibration*
- (17) *Neck muscle vibration*
- (18) *Localized muscle vibration*
- (19) *Muscle tendon vibration*
- (20) *Vibration*
- (21) *Focal vibration*
- (22) *Focal Muscle Vibration*

#13 OR #14 OR #15 OR #16 OR #17 OR #18 OR #19 OR #20 OR #21 OR #22

D. Delineamento de estudos:

- (23) *Randomized controlled trial*
- (24) *Randomised controlled trial*
- (25) *Controlled clinical trial*
- (26) *Comparative study*
- (27) *Randomized*
- (28) *Randomly*
- (29) *Placebo*

- (30) *Control groups*
- (31) *Random allocation*
- (32) *Trial*
- (33) *Groups*

#23 OR #24 OR #25 OR #26 OR #27 OR #28 OR #29 OR #30 OR #31 OR #32 OR #33

Formulação das buscas em bases de dados – Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL) (110 resultados)

- #1: *Stroke OR post-stroke OR after stroke OR Cerebrovascular Disorders OR Hemiparetic Stroke OR Hemiplegia OR Brain Ischemia*
- #2: *Balance OR postural balance OR postural control OR equilibrium OR Sway*
- #3: *sensory feedback OR vibrotactile feedback OR vibratory feedback OR Tendon vibration OR Neck muscle vibration OR Localized muscle vibration OR muscle tendon vibration OR Vibration OR focal vibration OR Focal Muscle Vibration*

Formulação das buscas em bases de dados – LILACS (3 resultados)

- #1: *Stroke OR post-stroke OR after stroke OR Cerebrovascular Disorders OR Hemiparetic Stroke OR Hemiplegia OR Brain Ischemia*
- #2: *Balance OR postural balance OR postural control OR equilibrium OR Sway*
- #3: *sensory feedback OR vibrotactile feedback OR vibratory feedback OR Tendon vibration OR Neck muscle vibration OR Localized muscle vibration OR muscle tendon vibration OR Vibration OR focal vibration OR Focal Muscle Vibration*

#1 AND #2 AND #3

Formulação das buscas em bases de dados – MEDLINE (0 resultados)

- #1: *Stroke OR post-stroke OR after stroke OR Cerebrovascular Disorders OR Hemiparetic Stroke OR Hemiplegia OR Brain Ischemia*
- #2: *Balance OR postural balance OR postural control OR equilibrium OR Sway*
- #3: *sensory feedback OR vibrotactile feedback OR vibratory feedback OR Tendon vibration OR Neck muscle vibration OR Localized muscle vibration OR muscle tendon vibration OR Vibration OR focal vibration OR Focal Muscle Vibration*
- #4: *randomized controlled trial OR randomised controlled trial OR controlled clinical trial OR comparative study OR randomized OR randomly OR placebo OR control groups OR Random Allocation OR trial OR groups*

#1 AND #2 AND #3 AND #4

Formulação das buscas em bases de dados – PEDro (42 resultados)

- Abstract & Title: vibration AND stroke*
- Therapy: no selection*
- Problem: no selection*
- Body part: no selection*
- Subdiscipline: neurology*

Method: clinical trial

When searching: match all search terms (AND)

Formulação das buscas em bases de dados – ScienceDirect (1.284 resultados)

(Stroke OR Hemiplegia) AND (Balance OR postural control OR equilibrium OR Sway) AND (vibratory feedback OR Tendon vibration) AND (trial)

Formulação das buscas em bases de dados – SciELO (0 resultados)

#1: *“Stroke” OR “post-stroke” OR “after stroke” OR “Cerebrovascular Disorders” OR “Hemiparetic Stroke” OR “Hemiplegia” OR “Brain Ischemia”*

#2: *“Balance” OR “postural balance” OR “postural control” OR “equilibrium” OR “Sway”*

#3: *“sensory feedback” OR “vibrotactile feedback” OR “vibratory feedback” OR “Tendon vibration” OR “Neck muscle vibration” OR “Localized muscle vibration” OR “muscle tendon vibration” OR “Vibration” OR “focal vibration” OR “Focal Muscle Vibration”*

#4: *“randomized controlled trial” OR “randomised controlled trial” OR “controlled clinical trial” OR “comparative study” OR “randomized” OR “randomly” OR “placebo” OR “control groups” OR “Random Allocation” OR “trial” OR “groups”*

Formulação das buscas em bases de dados – Scopus (0 resultados)

(TITLE-ABS-KEY (stroke OR post-stroke OR after AND stroke OR cerebrovascular AND disorders OR hemiparetic AND stroke OR hemiplegia OR brain AND ischemia) AND TITLE-ABS-KEY (balance OR postural AND balance OR postural AND control OR equilibrium OR sway) AND TITLE-ABS-KEY (sensory AND feedback OR vibrotactile AND feedback OR vibratory AND feedback OR tendon AND vibration OR neck AND muscle AND vibration OR localized AND muscle AND vibration OR muscle AND tendon AND vibration OR vibration OR focal AND vibration OR focal AND muscle AND vibration))

No documents were found.